

## 510 WAVEGUIDE SLOT ARRAY ANTENNA

(11) 4-358405 (A) (43) 11.12.1992 (16) JP

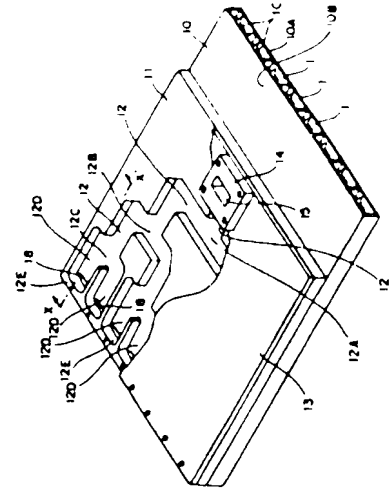
(21) Appl. No. 3 131352 (22) 5.6.1991

(71) ASAHI CHEM IND CO LTD (72) KAZUO MAEHARA

(51) Int. Cl. H01Q21 06, H01P5 12, H01Q13 22

**PURPOSE:** To easily produce a waveguide slot array antenna which has the high opening efficiency and immune to the vibrations, etc.

**CONSTITUTION:** A feeding circuit matter 11 is set on the rear side 10B of a radiation waveguide matter 10 with the broad faces of the matter 11 and the side 10B adhered to each other. An end part 12E of a branch circuit 12D of the matter 11 is closed. Then an end part of the matter 10 where a short circuit plate is provided is set on the part 12E, and both ends are fixed together with a screw. A common slot 18 is formed on the broad face of a waveguide 1 where both ends are adhered to each other. Thus both waveguides 1 link with each other via the slot 18.





(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-358405

(43) 公開日 平成4年(1992)12月11日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 Q 21/06

7741-5 J

H 0 1 P 5/12

7741-5 J

H 0 1 Q 13/22

7741-5 J

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平3-134352

(22) 出願日

平成3年(1991)6月5日

(71) 出願人 000000033

旭化成工業株式会社

大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番6号

(72) 発明者 前原 和雄

神奈川県川崎市川崎区夜光1丁目3番1号

旭化成工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 谷 義一

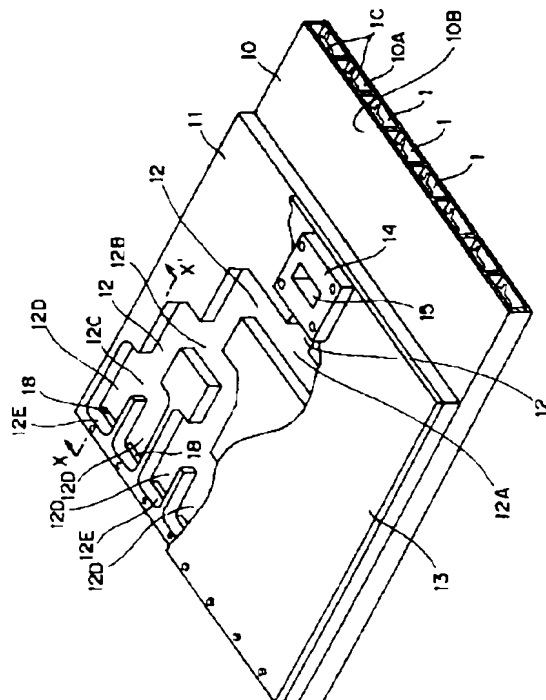
(54) 【発明の名称】 導波管スロットアレーアンテナ

(57) 【要約】

(修正有)

【構成】 放射用導波管体10の裏面10Bに給電回路体11を、相互に幅広面を密着させた状態で配置し、給電回路の分岐回路12Dはその端部12Eが閉塞され、放射管体10の短絡板が設けられる側の端部と端部12Eとが重ね合わされてねじ止めされ双方の密着させた導波管1の幅広面に共通のスロット18を形成し、これらのスロットを介して両導波管が連通される。

【効果】 開口効率が高く、振動などに対して強く、製作の容易な構造となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一方の幅広面に複数の放射用スロットが形成され、少なくとも一端が短絡板で閉塞された矩形断面の導波管の複数を前記放射用スロットが同一面側に配列されるように並列させて一体に形成した導波管体と、該導波管体の前記放射用スロットが形成されていない他方の面に接合され、更に上板との重ね合わせにより、前記導波管の幅広面に平行して1対1で対応して形成された複数の給電用導波路を有し、該導波路の一端がそれぞれ短絡板により前記導波管にならって閉塞された給電回路体と、前記短絡板で閉塞された端部近傍の前記導波管と該導波管に対応する前記給電用導波路の閉塞された端部近傍との間の接合面を貫通して設けられ、前記導波管および前記給電用導波路の管軸方向の寸法が該管軸方向とは直角の方向の寸法より短い結合スロットとを具備したことを特徴とする導波管スロットアレーアンテナ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、特に衛星放送受信用アンテナなどのマイクロ波帯アンテナの構造に関し、詳しくは、放射用のスロットが設けられた導波管を複数本並べてアレー化した、導波管スロットアレーアンテナに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 マイクロ波帯などの比較的高い周波数の電波を高効率で送受信するアンテナとして導波管スロットアレーアンテナが知られており、このようなアンテナの1つに漏洩波型の導波管スロットアレーアンテナがある。

【0003】 かかる漏洩波型の導波管スロットアレーアンテナとして、例えば、W. J. GETSINGERによる文献、“Elliptically Polarized Leaky-Wave Array”, IRE TRANSACTIONSON ANTENNAS AND PROPAGATION, pp165-172, March, 1962に開示されたものが知られている。このアンテナは1本の様断面を有する矩形導波管の幅広面(H面)の管軸中心線からずれた位置に、十字型のスロットを長手方向に所定の間隔で多数形成し、矩形導波管の一端から導波管アダプタを介して高周波を投入するようにしたもので、他端を無反射終端構造とした、円偏波用1次元アレーアンテナである。

【0004】 このアンテナは基本的にはビームチルト型となるもので、また、逐次給電型でありながら帯域幅も比較的広くとれるという特徴を持っており、これを平面状(2次元)にアレー化することによって、例えば衛星放送受信用の高性能かつ高機能の開口面アンテナとすることができる。

【0005】 すなわち漏洩波型の導波管スロットアレーアンテナは、導波管構造を有するため給電損失が小さく、

従ってアンテナ全体を小型化でき、またビームのチルト角を適切に設定することによって、静止衛星放送の電波を受信するに際して垂直あるいは水平に設置することが可能となる。更にまた、家屋等においては壁に沿って設置できる外車両等への搭載の場合は、屋根に水平に設置して背を低くできるので外観や風の抵抗などの面で大きな利点がある。

【0006】 ところで、かかる漏洩波型の導波管スロットアレーアンテナを2次元化する場合の重要な課題として給電構造をいかに構成するかがある。発明者はその好適な構造の一つとして先にマイクロストリップ線路を用いた回路を提案した(特開平2-58906号参照)。

【0007】 この方式は、帯域特性が比較的良好である上、サスペンデッドライン構造を採用することによって給電損失をもかなり小さくすることが可能であり、特に大量生産時の製造コストを安くできるという最大の利点がある。しかし、例えば列車に搭載するアンテナのような業務用途などでは、いかに給電損失を低く抑え、アンテナ全体の大きさを小さくし、あるいは軽くするかといったことがコストに優先する場合があり、このような場合には給電回路に、より損失の小さい導波管を用いる方が有利であると考えられる。

【0008】 発明者はかかる構造のものをすでに提案しており、これを図5および図6に示す。図5において1は、放射用の導波管であり、本例では8本のかかる導波管1がそれぞれその幅広面(H面)の一方を表にし、幅狭面1Dに相互に接して並べられており、その表の面である放射面1Aに放射用のスロット1Cが多数設けられ、これによって放射部が形成されている。また、2本の導波管1を一組として、その導波管1同士が接する幅狭面1Dが管端から所定の長さにより切り除かれて連通窓7が形成されており、管端は短絡板2によって閉塞されている。図6は裏面の構造を示す。図6において、導波管分岐回路6は、給電管6Aから分岐部6Bで第1分岐管6Cに分岐され、さらにここから分岐部6Dで第2分岐管6Eに分岐されるまでがすべて矩形の導波管で構成されており、その幅広面が前記放射用の導波管1の背面(裏面1B)に密接して設けられている。また、分岐されたこれら第2分岐管6Eの両端は短絡板6Fで閉塞されており、この短絡板6Fの近傍にあたる連通窓7の所定の位置に、導波管1および第2分岐管6Eの幅広面を貫ぬいて貫通孔3が設けられ、ここに誘導体スリーブ5を介して給電プローブ4が上下双方の導波管に突出するように固定されている。

【0009】 そこで、このように構成されたスロットアレーアンテナにおいては、給電管6Aから高周波電力を投入すると、この電力は先ず分岐部6Bで等位相、等振幅の2つの電力に分けられ、そのそれぞれが分岐部6Dで再度等位相、等振幅の2つの電力に分けられて、結局導波管分岐回路6において4つの等しい電力に分けられ

3

る。そしてこれらの電力は、給電プローブ4を経てそれぞれ8本の放射用導波管1に導かれ、これらの放射用導波管1が等しい電力で励振されるのでこの電力が放射用のスロット1Cから放射され、所定の開口面アンテナとして作用する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したような構成による導波管スロットアレーアンテナにおいては、給電回路として2段の分岐部と、4本の給電プローブによって8本の放射用導波管を励振できるという有利な特色があるものの、実際の作製にあたっていくつかの点で難しさがあつた。

【0011】第1は、対の導波管1同士間に設けられる連通窓7を形成するための加工、すなわち導波管1の幅狭面1Dを切除する加工が、特定の形態のものから行なうとすると非常に難しかったり、手順によっては時に不可能な場合があるという問題があつた。例えば、個別に形成された導波管を並べて一体の導波管を構成する場合は、まず個々の導波管1の端部における幅狭面1Dの一部を切除した上で並べれば良く、この場合の切除加工は比較的容易である。しかし、アンテナの構造剛性あるいは強度を増すために、スロット1Cが形成される放射部を例えば8本の導波管の配列による一体のものの構造体（以下連管と呼ぶ）として構成することが考えられるが、かかる場合には、先の幅狭面の切除のためには切削刃物を前記連管の端部側から挿入しなければならず、特定の工作機械が必要になる。あるいは、上述のアンテナを縦に2台連結し、しかもアンテナ全体の剛性を保持するために、構造上は先に述べたような連管をアンテナ単体として使用した上、機能上は中間に短絡板を設置して独立した2台のアンテナとして使用するというケース（詳細は省略するが、帯域の劣化を避けながら、利得を倍増するための手段）では、先の連管の長手方向においてその中ほどの位置の幅狭面を切除しなければならず、実際上不可能である。

【0012】第2の問題は、給電プローブ4の固定作業についてである。前述のごとく、給電プローブ4は誘電体スリーブ5を介して貫通孔3に固定され、2つの導波管1の双方にまたがって中途まで突出する構造となっており、この結合部が好ましい性能（低反射）であるためには、これら双方への突出量を精度良く保たなければならないが、これが加工、組み立てをきわめて難しくしている。また給電プローブ4を支える誘電体スリーブ5の材質は剛性の低いプラスチック材料（シフツ化エチレン樹脂（PTFE）など）であるため、かかるアンテナを列車などのように強い振動を受ける用途に使用するときの不安点として指摘されてきた。

【0013】また、以上に示したような、放射管の一端側から電力を投入する構造のアンテナにおいては一般的に、電力を投入する構造部分そのものなるべくコンパクト

4

クトであることが要求される。すなわち、放射管において実質的にアンテナとして作用する部分はスロットが設けられる放射部の範囲であり、またスロットはその導波管の安定なモード（矩形導波管では、TE01モード）を生じている領域に形成するべきであつて、これまでに述べてきた従来の電力を投入する構造部分は一般にこのような条件を十分に満足しているとはいえない。特にこの部分はアンテナの実効面積として算入できない領域であり、この部分をいかに小さく（一本の放射管でいえば、いかに短く）できるかはこの種のアンテナで高い開口効率を実現する上での共通した課題であつた。

【0014】本発明の目的は、上述したような従来の問題点に着目し、その解決を図るべく、作製および組立が容易で特に給電部から放射部に高周波電力を導くための給電プローブに代えて、導波管端部の短絡板近傍にスロットを設けるようになして、コンパクトでしかも十分な剛性が保証される導波管スロットアレーアンテナを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するために、本発明は、一方の幅広面に複数の放射用スロットが形成され、少なくとも一端が短絡板で閉塞された矩形断面の導波管の複数の前記放射用スロットが同一面側に配列されるように並列させて一体に形成した導波管体と、該導波管体の前記放射用スロットが形成されていない他方の面に接合され、更に上板との重ね合わせにより、前記導波管の幅広面に平行して1対1で対応して形成された複数の給電用導波路を有し、該導波路の一端がそれぞれ短絡板により前記導波管にならって閉塞された給電回路体と、前記短絡板で閉塞された端部近傍の前記導波管と該導波管に対応する前記給電用導波路の閉塞された端部近傍との間の接合面を貫通して設けられ、前記導波管および前記給電用導波路の管軸方向の寸法が該管軸方向とは直角の方向の寸法より短い結合スロットとを具備したことを特徴とする。

【0016】

【作用】本発明によれば、一体に形成した導波管体とその放射用スロットが形成されない面に接合される給電回路体とを重ね合わせた状態で、閉塞された側の端部近傍に容易に給電用の結合スロットを穿設することができるので、そのあと上板を重ねるようになして、給電回路体に給電用導波路を形成することができ、信頼性の高い作業により安定した製品が得られる。

【0017】

【実施例】以下に、図面を参照しつつ本発明の実施例を具体的に説明する。

【0018】図1は本発明の1実施例を示す。ここで、放射管体10は矩形の導波管を幅狭面（E面）が隣接するように8本並べた形態のものを1体に形成したもので、通常の押出し成形によって容易に得ることができ

る。なお、以下でこの放射管体10の放射スロット1Cが設けられる側の面を放射面10Aと呼び、他方の面を裏面10Bと呼ぶことにし、形成されている各導波管構造部分を放射管1と呼ぶこととする。そしてこの放射面10Aには、各放射管1に沿って所定の放射スロット1Cが多数配設されている。

【0019】11は板状の金属で形成された給電回路体であり、給電回路体11には深さに比して幅の方が広い矩形状の溝12が形成されていて、このような給電回路体11を放射管体10の裏面10B側に密着接合した上、更にその外側にこれも金属製の上板13を密着接合してその間に上記溝12による給電回路が形成される。すなわち、上板13上に固定されるフランジ14には給電口15が設けられていて、ここから給電された電力はE曲りにより下方の給電回路の溝12に導かれ、更に第1の分岐路12A、第2の分岐路12Bおよび第3の分岐路12Cを経て、8本のそれぞれ独立した分岐回路12Dに分配されるもので、これによって給電回路では実質線路長が等しく保たれる。

【0020】なお、これら8本の分岐回路12Dはその端部12Eが閉塞されており、図2に示すように放射管体10の短絡板16が設けられる側の端部と給電回路体11の回路12Dが閉塞された端部12Eとが重ね合わされた状態で固定ねじ17によって締結される。18は各分岐回路12Dの端部12Eに穿設され、更に、放射管体10の裏面10Bを貫通させる形で設けられた結合スロットである。

【0021】そこで、これらの結合スロット18を介して各分岐回路12Dに導かれた電力を放射管体10の各導波管1に導いた上各放射スロット10Cを介して放射させることができ、また、放射スロット10Cからの受信電波を各放射管1を介して短絡板16で閉塞されたその端部に導き、更に結合スロット18を介して給電回路12により給電口15に導いて、電力として取出す送受信アンテナとして機能させることができる。

【0022】ついで、本発明にかかる上述の結合スロット18について、詳述する。

【0023】かかる結合スロット18を高周波電力がスムーズ（反射無く）に通過するためには、その大きさおよび位置を、放射管1ならびにこの結合スロット18近傍の給電回路12（給電用導波管）のサイズに応じて適切に設定する必要がある。

【0024】具体的には、まず放射管1と結合スロット18近傍の給電用分岐回路12Dとにおける相対特性インピーダンス（数1参照）を比べる。

【0025】

【数1】

$$Z_r = (b/a) / \{1 - (\lambda/2a)\}^{1/2}$$
  
ただし、 $Z_r$ ：導波管の相対特性インピーダンス  
 $\lambda$ ：空間波長

a：導波管の幅（幅広面）

b：導波管の高さ（幅狭面）

そして、ここで、双方の相対特性インピーダンス $Z_r$ が等しい場合には結合スロット18のサイズを以下のように設定する。つまり、結合スロット18は、分岐回路12Dの幅方向に相当する長さ（長辺）と、これに対する幅（短辺）とからなる長方形の孔（加工を容易にするために角部に丸みを付けることは可能である）であって、この長さ $a$ と幅 $b$ をそれぞれ式数1における導波管の幅 $a$ 、および導波管の高さ $b$ に見立て、その相対特性インピーダンスが、放射管1あるいは結合スロット18近傍の分岐回路12Dのそれに等しくなるように、あるいは、それらの中間の値になるように、前記長さ $a$ と幅 $b$ を設定する。ただし、これは概略の値であって精度良い寸法は実験的に求めればよい。

【0026】次に、前記結合スロット18の位置としては、まずその一方の長辺が、短絡板として作用している溝端12Eにほぼ接するようにし、他方の放射管1側では短絡板16の一部が図2に示すように結合スロット18にやや重なるような位置とする。発明者の検討ではこの重なり量が、結合スロット18の幅の概ね半分程度のときに、極めて良好な透過特性を得た。

【0027】次に、放射管1と結合スロット18近傍の分岐回路12Dとの相対特性インピーダンスが異なる場合、例えば、放射管1の方の相対特性インピーダンスが分岐回路12Dのそれよりも大きい場合には、結合スロット18の長さ $a$ と幅 $b$ とを、相対特性インピーダンスが先に述べたように分岐回路12Dのそれと等しくなるように定める。かくして、図3に示すように、短絡板16に隣接して絞り部19を設けることにより、前記結合スロット18の位置は前述と同様に保つことで良好な透過特性が得られる。なおこのときの絞り部19は、それによって狭められた放射管1の方の相対特性インピーダンスが、結合スロット18近傍の分岐回路12Dのそれと、放射管1の方のそれとの相乗平均となるようにその厚さを設定し、長さの方はその部分の管内波長のほぼ1/4となるように設定する。

【0028】また逆に、放射管1の方の相対特性インピーダンスが結合スロット18近傍の分岐回路12Dのそれよりも小さい場合には、前述の逆の構造とする。つまり図示はしないが、この場合は絞り部19に相当するものを分岐回路12Dの側に設けるようにする。

【0029】以上の構造から分かるように、本発明によるスロットアレーアンテナは、第1に加工が容易であり従って安定した精度の製品を得ることができる。具体的に云うと、先の結合スロット18の加工には、給電回路体11と放射管体10との双方に設けなければならないので、それらを精度良く一致させることは一見難しく見えるが、実際にはNCフライス盤などの数値制御の加工機械によ

って十分な精度で加工できるため、両者を別々に加工し

7

組立てても十分満足な製品を得られる。また、図4の(A)に示すようにして、給電回路体11と前記放射管体10とをねじ17によって予め仮組立てしておき、双方を一体の状態とした上で結合スロット18を切削、形成する(一般に共加工と呼ぶ)ことによってより安定な精度が確保できるほか、仮に給電回路体11と放射管体10との間にわずかな隙間があったとしても、加工時の切削屑あるいはわずかな変形がこの隙間を埋め、より好ましい通路を形成することができる。なおこの場合は、同図に示したように、短絡板16に設けた、ねじ孔16Aを、ねじ17の外径よりやや大きめかあるいは長孔にしておき、短絡板16を、結合スロット18の切削加工時に一緒に削られない位置にずらしておき、加工後、図4の(B)に示すように所定の位置に設定し直すようにしてもよい。なお、結合スロット18を切削加工する際に、短絡板16の代わりに適当なスペーサを挿入し、加工後、所定の短絡板16を挿入し直すようにすることもできる。

【0030】第2に、本発明になるアンテナは強固であり、強い振動を受けるような用途において特に有効である。すなわち、本発明では一般に柔らかいとされるプラスチック製の誘電体を必ずしも使用する必要がないこと、そして付加的な部品を組合わせる必要のない単純な構造であるために、振動でずれを生じるなどの問題が起こりにくく、強い振動の中で初期の性能を安定に維持することができる。特に本アンテナの放射管1を形成している部分には構造剛性の高い(断面2次モーメントの大きい)矩形管を使用しており、アンテナ全体として要求される振動に強い構造に答えて、本発明はその特性を十分に活かしたものだといえる。

【0031】第3に、結合スロット18およびこれに付帯する構造が占有するスペースがわずかで済み、有効な放射面積をほとんど減じることがない。因みに、結合スロット18の幅は $1/10$ 波長(放射管1の管内波長)程度であり、また短絡板16および溝端2Eが、結合スロット18に密接していることにより良好な透過特性が得られるため、実際に短絡板16の厚さ等を加えたこの結合構造の占める長さは、高々 $1/4$ 波長程度にしかならず、開口効率の高いアンテナを実現することができる。

【0032】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、一方の幅広面に複数の放射用スロットが形成され、少なくとも一端が短絡板で閉塞された矩形断面の導波管の複数を前記放射用スロットが同一面側に配列されるように並列させて一体に形成した導波管体と、該導波管体の前記放射用スロットが形成されていない他方の面に接

8

合され、更に上板との重ね合わせにより、前記導波管の幅広面に平行して1対1で対応して形成された複数の給電用導波路を有し、該導波路の一端がそれぞれ短絡板により前記導波管にならって閉塞された給電回路体と、前記短絡板で閉塞された端部近傍の前記導波管と該導波管に対応する前記給電用導波路の閉塞された端部近傍との間の接合面を貫通して設けられ、前記導波管および前記給電用導波路の管軸方向の寸法が該管軸方向とは直角の方向の寸法より短い結合スロットとを具備したことにより開口効率が高く、しかも振動などに強いアンテナを安定した製法および精度を保って製造できるため、特にともと車載用途に適した性能あるいは構造的特徴を持っている漏洩波型導波管スロットアレーアンテナの同用途への活用の道をより一層大きく開くことに貢献できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の構成の一例を一部破砕して裏面側から見て示す斜視図である。

【図2】図1のX-X'線断面図である。

【図3】本発明の他の一例を示す部分断面図である。

【図4】本発明になるアンテナの製造工程の一例を断面で示す説明図である。

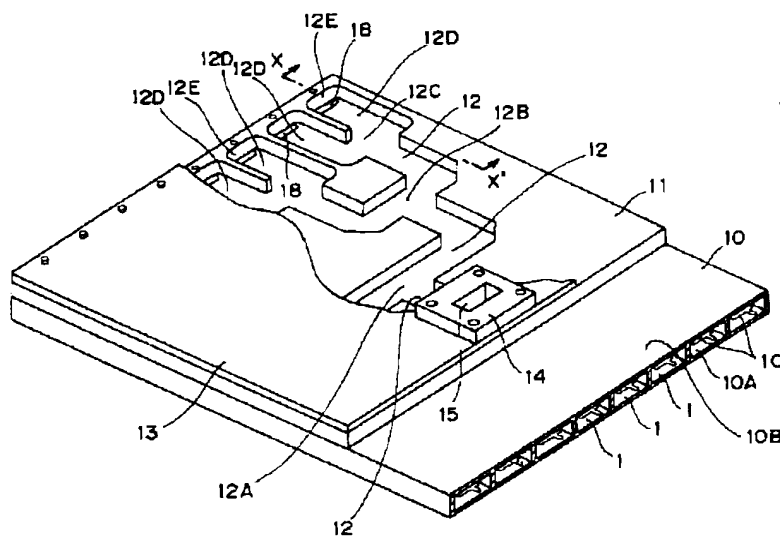
【図5】従来例の構成を一部破砕して示す斜視図である。

【図6】図5に示す従来例を裏面側から見て示す斜視図である。

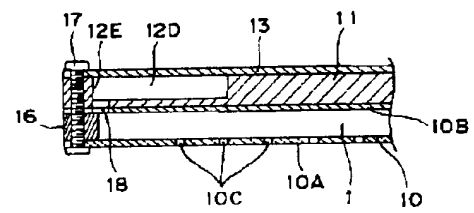
【符号の説明】

- 1 導波管
- 1C スロット
- 10 放射管体
- 10A 放射面
- 10B 裏面
- 10C 放射スロット
- 11 給電回路体
- 12 溝(給電回路)
- 12A 第1分岐路
- 12B 第2分岐路
- 12C 第3分岐路
- 12D 分岐回路
- 13 上板
- 15 給電口
- 16 短絡板
- 16A ねじ孔
- 17 ねじ
- 18 結合スロット
- 19 絞り部

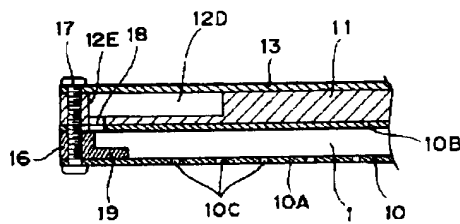
【図1】



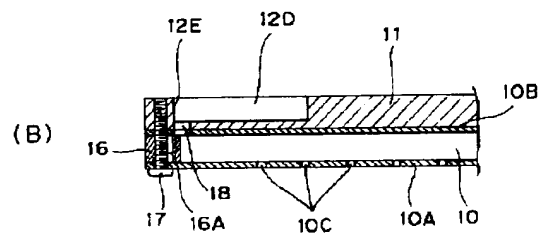
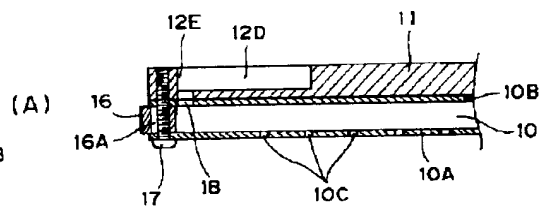
【図2】



【図3】

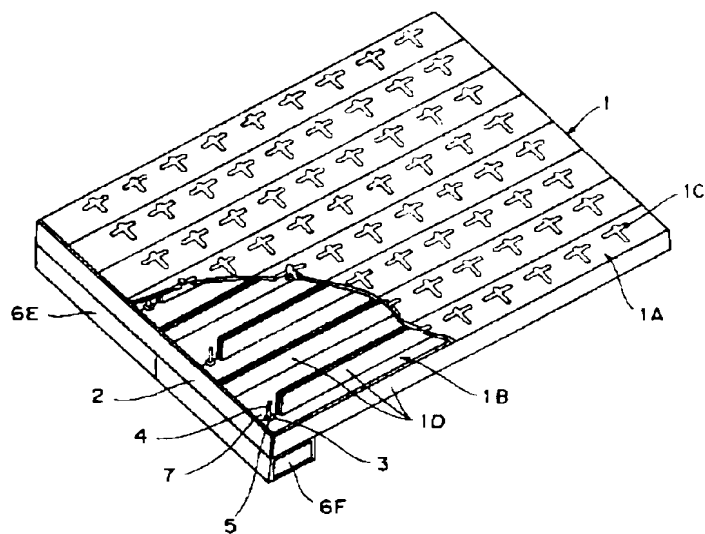


【図4】





【図5】



【図6】

